

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 40 34 625 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁵:
B 21 D 22/20
B 29 C 51/08

②1 Aktenzeichen: P 40 34 625.0
②2 Anmeldetag: 31. 10. 90
④3 Offenlegungstag: 7. 5. 92

DE 40 34 625 A 1

⑦1 Anmelder:

Doege, Eckart, Prof. Dr.-Ing., 3005 Hemmingen, DE;
Huck, Michael, Dipl.-Ing., 4950 Minden, DE; Kruska,
Jens-Uwe, Dipl.-Ing.; Neubert, Jürgen, Dr.-Ing.;
Schulze, Thorsten, Dipl.-Ing., 3000 Hannover, DE

⑦4 Vertreter:

Thömen, U., Dipl.-Ing.; Körner, P., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 3000 Hannover

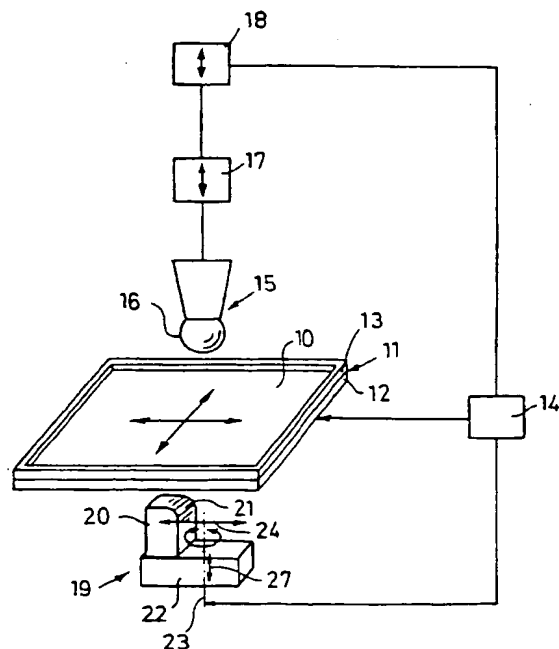
⑦2 Erfinder:

gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Ziehverfahren

- ⑤7 Bei dem Ziehverfahren wird das zu bearbeitende Blech (10) relativ zu einem örtlich einwirkenden Stempelkopf (15) und einem zugehörigen Matrizenwerkzeug (19) gesteuert bewegt. Der Stempelkopf (15) führt dabei Vertikalbewegungen aus, so daß der Ziehvorgang entsprechend der Werkstückbewegung fortschreitet. Damit können mit Hilfe einer Steuerung beliebig geformte Ausformungen ohne entsprechend angepaßte Ziehwerkzeuge hergestellt werden.



DE 40 34 625 A 1

Die Erfindung betrifft ein Ziehverfahren der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Art sowie eine Vorrichtung zur Werkstückbearbeitung im Ziehverfahren der im Oberbegriff des Patentanspruchs 7 angegebenen Art.

Bei der Blechbearbeitung unterscheidet man zwischen Streckziehen und Tiefziehen. Bei beiden Verfahren wird das auszuformende Blech an seinem Umfang eingespannt und durch einen quer zur Einspannebene bewegten Werkzeugstempel verformt. Während beim Tiefziehen der Blechrand so eingespannt ist, daß Blechmaterial aus dem Randbereich heraus in den Verformungsbereich nachfließen kann, ist beim Streckziehverfahren die Randeinspannung fest. Bei beiden Verfahren wird außer dem Werkzeugstempel eine Matrizenform mit Ziehkante benutzt. Die beiden Werkzeuge, nämlich der Werkzeugstempel und die Matrizenform sind formgebundene Werkzeuge, d. h. sie müssen der herzustellenden Ausformung angepaßt sein. Dies bedeutet, daß für jedes Ziehteil entsprechende Werkzeuge hergestellt werden müssen. Da solche Werkzeuge sehr teuer sind, eignen sich die bekannten Ziehverfahren wegen des hohen Werkzeugaufwandes ausschließlich für die Serienfertigung.

Aus der Stanztechnik ist ferner ein Stanznibbler bekannt, bei dem ein eingespanntes Blech örtlich der Einwirkung eines Stanzwerkzeugs und eines Matrizenwerkzeugs ausgesetzt wird, die in dem Blech einen kleinen Schlitz erzeugen. Durch eine Bahnsteuerung wird das Blech entsprechend einer vorgegebenen Stanzkontur derart bewegt, daß der Schlitz fortlaufend verlängert wird. Auf diese Weise können beliebige Werkstückkonturen schrittweise ausgestanzt werden, wobei das Ausstanzen in einem einmaligen Umlauf des Bleches relativ zu den Werkzeugen erfolgt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das Ziehverfahren der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Art derart weiterzubilden, daß zur Herstellung von Ausformungen keine werkstückspezifischen formgebundenen Werkzeuge benötigt werden, so daß mit einem Werkzeugpaar Ausformungen von unterschiedlicher Form und Größe hergestellt werden können.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß mit den im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmalen.

Bei dem erfindungsgemäßen Ziehverfahren erfolgt eine örtliche Verformung des Blechs durch den sich relativ zur Ziehkante bewegenden Stempelkopf, dessen Größe viel kleiner ist als diejenige der herzustellenden Ausformung. Die örtliche Bearbeitung kann entlang der herzustellenden Werkstückkontur fortschreiten, so daß das Ziehen mit Werkzeugen erfolgt, die nur lokal die Geometrie der Ausformung bestimmen und in vielen kleinen Schritten weitergeführt werden. Hierbei kann der Stempelkopf Schwingungen senkrecht zum Werkstück ausführen, also in Richtung der herzustellenden Ausformung, während die Ziehkante sich seitlich vom Stempelkopf befindet und das Matrizenwerkzeug den die Ausformung umgebenden Rand abstützt. Eine spezielle Eigenart dieses Ziehverfahren ist es, daß das Ziehen nicht in einem einzigen Schritt oder einem einzigen Umlauf durchgeführt werden kann.

Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich zur Umformung tafelförmiger Werkstücke, d. h. von Werkstücken, die aus Blech oder einem anderen Flächenma-

terial, auch aus Kunststoff bestehen. Das Verfahren kann als Tiefziehverfahren oder als Streckziehverfahren ausgeführt werden.

Bei Vertikalbewegung des Stempelkopfes ist der Stempelweg dadurch begrenzt, daß bei zu großem Weg das Werkstück überbeansprucht wird. Derartig kleine Bewegungsamplituden reichen zur Herstellung der Ausformung in aller Regel nicht aus, so daß das Ziehverfahren in mehreren Stufen durchgeführt wird, bei denen die Ausformung zunehmend vervollständigt wird. Diese Stufen können entweder dadurch ausgeführt werden, daß zwischen zwei aufeinanderfolgenden Umläufen die Ausformung vertieft wird, oder dadurch, daß die Vertiefung der Ausformung kontinuierlich erfolgt, indem die Absenkung des Stempelkopfes kontinuierlich erfolgt, so daß eine schraubenförmige Bewegung des Stempelkopfes erfolgt.

Ferner kann die Ausformung auch ohne hin- und hergehende Bewegung des Stempelkopfes ausgeführt werden, wobei Stempelkopf und Matrizenwerkzeug relativ zueinander festgehalten werden und der Spannrahmen relativ zu diesen beiden Teilen bewegt wird.

Zweckmäßigerweise erfolgt die Kontursteuerung dadurch, daß ein Spannrahmen, in den das Werkstück eingespannt ist, entsprechend der Form der herzustellenden Ausformung in der Spannrahmenebene unter Steuerung durch ein Kontursteuergerät bewegt wird. Dabei werden der Stempelkopf und ggf. das Matrizenwerkzeug quer zur Spannrahmenebene verstellt, um die Tiefe des jeweiligen Ausformungsschritts zu verändern. Es ist aber auch möglich, den Spannrahmen feststehend anzuordnen und die beiden Werkzeuge mit einer Kontursteuerung zu bewegen.

Schließlich kann auch der Spannrahmen die vertikalen Bewegungen ausführen. Wichtig ist in jedem Fall nur, daß Relativbewegungen zwischen dem Spannrahmen und den beiden Werkzeugen (Stempelkopf und Matrizenwerkzeug) zur fortlaufenden Veränderung des Bearbeitungsortes am Werkstück ausgeführt werden. Wenn Bewegungen des Stempelkopfes relativ zum Werkstück ausgeführt werden, sorgt die Kontursteuerung dafür, daß der Stempelkopf bei zwei aufeinanderfolgenden Bewegungen auf unterschiedliche Stellen des Werkstücks örtlich einwirkt.

Obwohl bei dem erfindungsgemäßen Verfahren in Abhängigkeit von den jeweiligen Anforderungen, wie Materialstärke, Materialbeschaffenheit und Kontur der herzustellenden Ausformung, unterschiedliche Stempelköpfe und Matrizenwerkzeuge eingesetzt werden können, ist keine spezielle Anpassung der jeweiligen Werkzeuge an die Form der Ausformung erforderlich. Es ist daher nicht erforderlich, Werkzeuge anzufertigen, die speziell der Kontur der Ausformung entsprechen und nur für eine derartige Ausformung geeignet sind. Das Verfahren eignet sich daher besonders für Kleinserien oder für die Bearbeitung von Einzelstücken, wobei lediglich in die Steuerung die herzustellende Werkstückkontur übergeben werden muß und die Steuerung dann eine gesteuerte Werkzeugmaschine, die den Spannrahmen und die Werkzeuge bewegt, derart steuert, daß die Werkstückbearbeitung in zahlreichen kleinen Schritten aufeinanderfolgend durchgeführt wird. Das Ziehverfahren arbeitet mit Werkzeugen, die nur lokal die Werkstückgeometrie bestimmen und die Werkstückbearbeitung in zahlreichen kleinen Schritten ohne Werkzeugwechsel durchführen. Das Verfahren ermöglicht die Herstellung von Ziehteilen ohne Benötigung eines produktspezifischen Werkzeugs.

Im folgenden wird unter Bezugnahme auf die Zeichnungen ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung des Verfahrens und der dazu benötigten Komponenten, und

Fig. 2 und 3 zwei Stufen eines mehrstufigen Bearbeitungsverfahrens.

Bei den in den Zeichnungen dargestellten Verfahren handelt es sich um ein Streckziehverfahren, bei dem der Werkstückrand fest eingespannt wird, jedoch ist hierauf die Erfindung nicht beschränkt.

Gemäß Fig. 1 ist das zu bearbeitende Werkstück, nämlich ein aus Metall bestehendes ebenes Blech 10, mit seinem Rand in einen Spannrahmen 11 eingespannt, der ein Unterteil 12 und ein Oberteil 13 aufweist, welche unter Einschluß des Blechrandes so fest gegeneinander gedrückt sind, daß das Blechmaterial aus dem Spalt des Spannrahmens heraus nicht nachfließen kann. Der Spannrahmen 11 kann unter Steuerung durch ein Steuergerät 14 in seiner Ebene in X- und Y-Richtung bewegt werden.

Über dem in dem Spannrahmen 11 befindlichen Blech 10 ist ein Stempelkopf 15 angeordnet, der das Oberwerkzeug bildet und bei dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel einen Kugelkopf 16 aufweist. Der Durchmesser des Kugelkopfes 16 ist wesentlich kleiner als der Durchmesser der herzustellenden Ausformung des Bleches 10. Der Stempelkopf 15 ist von einem Schwingantrieb 17 in der Weise angetrieben, daß er Schwingbewegungen rechtwinklig zur XY-Ebene ausführen kann. Der Schwingantrieb 17 ist für den Bearbeitungsvorgang nicht unbedingt erforderlich, da die Bewegung des Stempelkopfes 15 auch ausschließlich von einer nichtschwingenden Antriebseinrichtung 18 durchgeführt werden kann.

Unter dem Spannrahmen 11 ist das Matrizenwerkzeug 19 angeordnet, das ein aufragendes Matrizenelement 20 mit einer abgerundeten Ziehkannte 21 aufweist. Das Matrizenelement 20 ist an einem Halter 22 in Richtung des Doppelpfeiles 27 verschiebbar befestigt, der um eine Achse 23 schwenkbar ist, welche sich in axialer Ausrichtung mit der Stempelkopfachse befindet. Der Schwenkantrieb wird ebenfalls von dem Steuergerät 14 entsprechend einem vorgegebenen Programm gesteuert, ebenso wie die Höhenverstellung des Matrizenwerkzeugs 19 in Richtung des Doppelpfeiles 27.

Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel hat die abgerundete Ziehkannte 21 einen geradlinigen Verlauf. Es kann auch ein Matrizenelement 20 benutzt werden, dessen Ziehkannte gekrümmt ist. Wichtig ist, daß sowohl die Ziehkannte 21 als auch der Stempelkopf 15 jeweils eine Abrundung aufweist, da im Falle scharfer Kanten Einschnitte im Blech 10 erzeugt würden. Die Ziehkannte 21 hat von der Achse 23 einen seitlichen Abstand, der in der Regel mindestens gleich der Blechstärke ist. Als Stempelkopf oder als Matrizenwerkzeug können auch drehbaren Rollen benutzt werden.

Gemäß Fig. 2 erfolgt eine gezielte Vorstreckung des mit seinem Flansch 25 im Spannrahmen 11 fest eingespannten Werkstücks 10 mit Stempelkopf 15 und dem Matrizenwerkzeug 19. Dabei wird das Matrizenelement 20 mit seiner Oberseite von unten her gegen das Werkstück gelegt und der Stempelkopf 15 zieht bei seiner vertikalen Bewegung das Blech 10 über die Ziehkannte 21, wobei der Spannrahmen 11 in dem ortsfesten XY-Koordinatensystem gesteuert so bewegt wird, daß der Ziehspalt entsprechend der Seitenkontur der zu bil-

denden Ausformung bewegt wird. Dies bedeutet, daß der Stempelkopf 15 entlang der inneren Hüllkurve der Ausformung und das Matrizenwerkzeug 19 entlang der äußeren Hüllkurve der Ausformung (relativ zum Spannrahmen 11) bewegt wird. Dabei werden zahlreiche Umläufe, d. h. Umdrehungen, durchgeführt, wobei während jedes Umlaufs nur eine weitere Tiefe im Blech 10 ausgeformt wird.

Fig. 2 zeigt einen Zustand, in dem bereits zahlreiche Umläufe stattgefunden haben, wobei der Stempelkopf 15 nach jedem Umlauf oder Ziehschritt weiter abgesenkt wird, um den nächsten Ziehschritt auszuführen. Würde bei einem Ziehschritt eine zu große Verformung stattfinden, würde die Gefahr bestehen, daß sich der in Fig. 2 bereits verformte (rechte) Teil des Blechs 10 zurückbildet und daß das Blech somit nicht über die Ziehkannte 21 gestreckt wird. Da sich der Werkstoff durch seine plastische Verformung verfestigt, kann durch gezielt lokal eingebrachte Verformung eine solche Verfestigung erreicht werden, daß bei fortschreitender Bearbeitung Formrückbildungen verhindert werden.

Es sei angenommen, daß die herzustellende Ausformung rotationssymmetrisch ist und daß beispielsweise eine Schale oder Schüssel hergestellt werden soll. In diesem Fall verläuft die Vertikalachse des Stempelkopfes 15 außermittig zum Spannrahmen 11 und der Spannrahmen wird kontinuierlich gedreht, wobei die Ziehkannte 21 stets tangential zur Ausformung verläuft. Die Ausformung muß aber nicht rotationssymmetrisch sein. Vielmehr kann durch entsprechende Bewegungssteuerung des Spannrahmens 11 auch erreicht werden, daß rechteckige oder andersgeformte Ausformungen entstehen.

Fig. 3 zeigt den Zustand der Endbearbeitung des Werkstücks, wobei der Stempelkopf 15 durch einen Stempelkopf 15a mit geringerem Arbeitsdurchmesser und kleinerem Stempelkantenradius ersetzt ist und das Matrizenwerkzeug 19 durch ein Matrizenwerkzeug 19a mit einer Arbeitskante 21a von kleinerem Krümmungsradius ersetzt ist. Die generelle Regel besagt, daß Stempelkopf und Ziehkannte zunächst mit relativ großen Krümmungsradien verwendet werden und daß bei der Endbearbeitung mit Werkzeugen mit immer kleineren Krümmungsradien gearbeitet werden sollte. Auch bei der Bearbeitungsstufe von Fig. 3 führt der Stempelkopf 15a vertikale Bewegungen aus, während der Spannrahmen 11 der XY-Ebene so bewegt wird, daß die gesamte Umfangsfläche des Werkstücks den Ziehspalt zwischen Stempelkopf und Matrizenwerkzeug durchläuft. Auch die in Fig. 3 gezeigte Bearbeitung kann sich über zahlreiche Umläufe des Spannrahmens 11 erstrecken.

Dadurch, daß Stempelkopf 15 und Ziehkannte 21 seitlich gegeneinander versetzt sind, erfolgt die Krafteinleitung in das Werkstück indirekt, d. h. an anderer Stelle als die Umformung erfolgt.

Patentansprüche

1. Ziehverfahren, bei dem ein an seinem Umfang eingespanntes tafelförmiges Werkstück (10) durch einen Werkzeugstempel aus der Einspannebene heraus verformt wird, dadurch gekennzeichnet, daß als Werkzeugstempel ein Stempelkopf (15) benutzt wird, dessen Ausdehnung parallel zur Einspannebene viel kleiner ist als die Größe der herzustellenden Ausformung, daß auf der dem Stempelkopf (15) gegenüberliegenden Seite ein Matrizenwerkzeug (19) angeordnet wird, das seitlich neben

dem Stempelkopf (15) eine abgerundete Ziehkante (21) aufweist, und daß Stempelkopf (15) und Matrizenwerkzeug (19) relativ zu dem Werkstück (10) bewegt werden, derart, daß die an nur einem Teilbereich des Werkstücks erfolgende örtliche Bearbeitung entlang einer durch eine Steuerung bestimmten Bahn fortschreitet.

2. Ziehverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Stempelkopf (15) relativ zum Matrizenwerkzeug (19) hin- und hergehende Vertikalbewegungen ausführt.

3. Ziehverfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück (10) an seinem Umfang in einen Spannrahmen (11) eingespannt wird und daß der Spannrahmen (11), der Stempelkopf (15) und das Matrizenwerkzeug (19) relativ zueinander in einem Koordinatensystem gesteuert bewegt werden.

4. Ziehverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die örtliche Blechbearbeitung in mehreren Stufen in aufeinanderfolgend größer werdender Tiefe erfolgt.

5. Ziehverfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der seitliche Abstand des Matrizenwerkzeugs von dem Stempelkopf zwischen den oder während der Stufen verändert wird.

6. Ziehverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Matrizenwerkzeug (19) derart gesteuert um seine Vertikalachse gedreht wird, daß seine Ziehkante (21) stets tangential zu der Seitenwand der herzustellenden Ausformung verläuft.

7. Ziehverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß den Vertikalbewegungen des Stempelkopfes (15) eine Schwingung überlagert wird.

8. Vorrichtung zur Bearbeitung tafelförmiger Werkstücke im Ziehverfahren, mit einer Einspannvorrichtung für das Werkstück und einem auf das eingespannte Werkstück einwirkenden Werkzeugstempel, dadurch gekennzeichnet, daß die Einspannvorrichtung ein Spannrahmen (11) ist, der den Werkstückrand einspannt, daß der Werkzeugstempel ein Stempelkopf (15) ist, dessen Ausdehnung parallel zur Einspannebene viel kleiner ist als die Größe der herzustellenden Ausformung,

daß dem Stempelkopf gegenüber ein Matrizenwerkzeug (19) angeordnet ist, das seitlich neben dem Stempelkopf eine abgerundete Ziehkante (21) aufweist,

und daß eine Steuerung vorgesehen ist, die eine Relativbewegung zwischen Stempelkopf (15) und Matrizenwerkzeug (19) einerseits und Spannrahmen (11) andererseits zur Veränderung des Bearbeitungsortes am Werkstück bewirkt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine Schwingvorrichtung (17) den Stempelkopf (15) relativ zum Spannrahmen (11) in Schwingungen versetzt.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Stempelkopf (15) und/oder das Matrizenwerkzeug einen Kugelkopf oder eine Rolle (16) aufweist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Matrizenwerkzeug (19) gesteuert um die Längsachse des Stempelkopfes (15) drehbar und zur Veränderung der

Ziehspaltweite verschiebbar ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß Stempelkopf (15) und Matrizenwerkzeug (19) gemeinsam in der Höhe relativ zum Spannrahmen (11) verstellbar sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

FIG.1

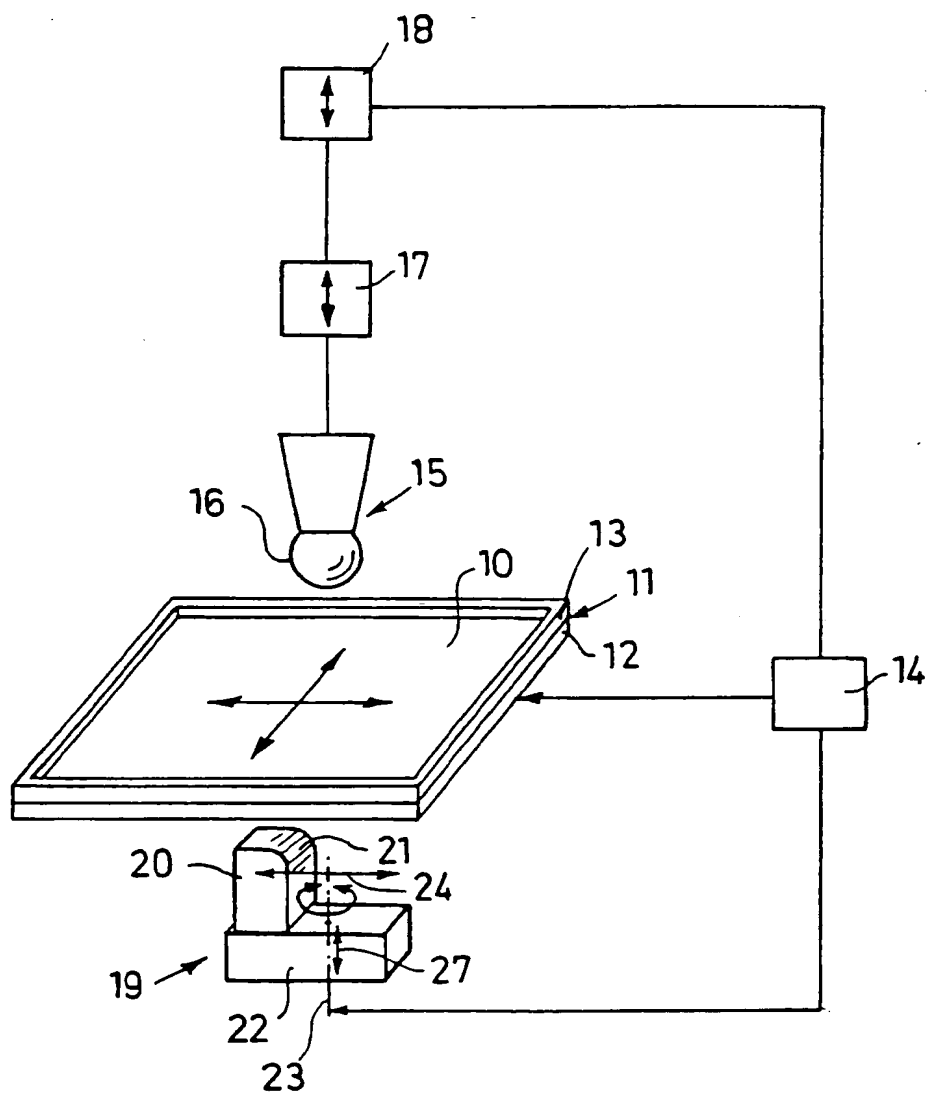


FIG.2

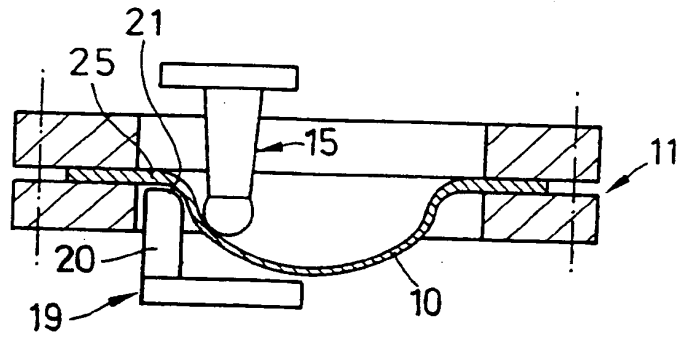


FIG.3

